

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 11-109149

(43)Date of publication of application : 23.04.1999

(51)Int.Cl.

G02B 6/12

(21)Application number : 09-272733

(71)Applicant : FUJITSU LTD

(22)Date of filing : 06.10.1997

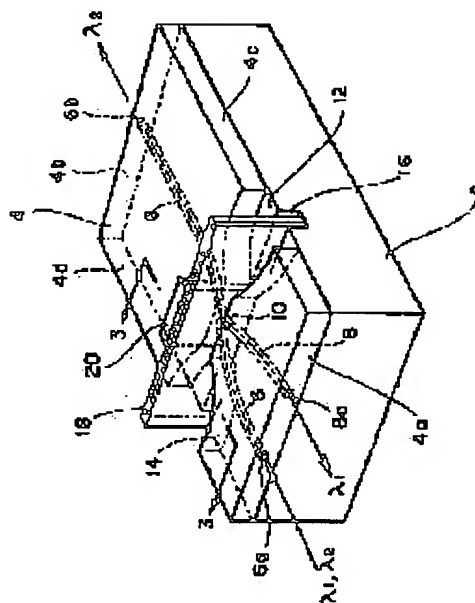
(72)Inventor : TANAKA KAZUHIRO
NAKAGAWA KOJI
YAMAZAKI YOSUKE
TABUCHI HARUHIKO

(54) WAVELENGTH DIVIDING MULTIPLE OPTICAL DEVICE AND ITS MANUFACTURE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a wavelength dividing multiple optical device in which the inserting process into the groove of a filter is facilitated.

SOLUTION: This wavelength dividing multiple optical device comprises a clad layer 4 formed on a waveguide path base 2, a first optical waveguide path 6 buried in the clad layer 4, a second optical waveguide path 8 having one end connected to the middle part of the first waveguide path 6 and buried in the clad layer 4, and an insert groove 6 formed in the waveguide path base 2 and the clad layer 4 so as to cross the connecting part between the first and second optical waveguide paths 6, 8. This wavelength dividing multiple optical device further comprises first and second broad grooves 12, 14 formed in the clad layer 3 so as to include both side parts of the insert groove 6 and opened to both side surfaces of the clad layer 4, and a wavelength selecting filter inserted in to the insert groove 16.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-109149

(43) 公開日 平成11年(1999) 4月23日

(51) Int.Cl.⁸

G 0 2 B 6/12

識別記号

F I

G 0 2 B 6/12

F

審査請求 未請求 請求項の数13 O L (全 8 頁)

(21) 出願番号 特願平9-272733

(22) 出願日 平成9年(1997)10月6日

(71) 出願人 000005223

富士通株式会社

神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番
1号

(72) 発明者 田中 一弘

神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番
1号 富士通株式会社内

(72) 発明者 中川 剛二

神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番
1号 富士通株式会社内

(74) 代理人 弁理士 松本 昂

最終頁に続く

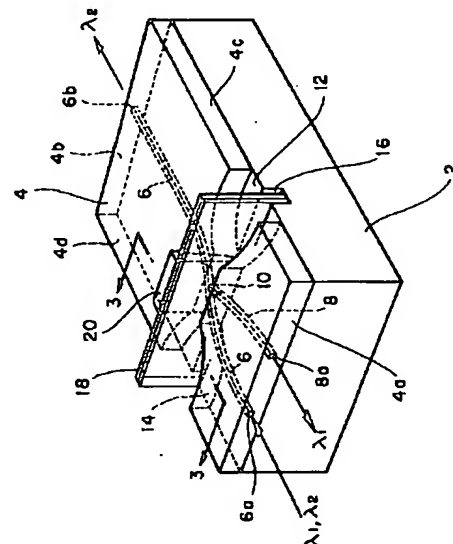
(54) 【発明の名称】 波長分割多重光デバイス及びその製造方法

(57) 【要約】

【課題】 本発明の課題は、フィルタの溝中への挿入工程の容易化を図った波長分割多重光デバイスを提供することである。

【解決手段】 波長分割多重光デバイスであって、導波路基板上に形成されたクラッド層と、クラッド層中に埋設された第1光導波路と、一端が第1光導波路の中間部分に接続されてクラッド層中に埋設された第2光導波路と、第1及び第2光導波路の接続部分を横切るように導波路基板及びクラッド層中に形成された挿入溝とを含んでいる。波長分割多重光デバイスは更に、挿入溝の両側部分を含むようにクラッド層中に形成された、クラッド層の両側面にそれぞれ開口する第1及び第2幅広の溝と、挿入溝中に挿入された波長選択フィルタとを含んでいる。

第1実施形態斜視図



【特許請求の範囲】

【請求項1】 導波路基板と；前記導波路基板上に形成された、第1及び第2端面と第1及び第2側面とを有するクラッド層と；前記クラッド層中に埋設された第1光導波路と；一端が前記第1光導波路の中間部分に接続されて前記クラッド層中に埋設された第2光導波路と；前記第1及び第2光導波路の接続部分を横切るように前記導波路基板及び前記クラッド層中に第1側面から第2側面に渡り形成された挿入溝と；前記挿入溝の両側部分を含むように少なくとも前記クラッド層中に形成された、

該クラッド層の第1及び第2側面にそれぞれ開口する第1及び第2の幅広の溝と；前記挿入溝中に挿入された波長選択フィルタと；を具備したことを特徴とする波長分割多重光デバイス。

【請求項2】 前記第1及び第2の幅広の溝が、前記第1及び第2側面に向かってその幅が徐々に広くなるように形成されている請求項1記載の波長分割多重光デバイス。

【請求項3】 前記第1及び第2の幅広の溝はエッチングにより形成される請求項1記載の波長分割多重光デバイス。

【請求項4】 前記第1及び第2の幅広の溝は前記クラッド層及び前記導波路基板を切削して形成されている請求項1記載の波長分割多重光デバイス。

【請求項5】 前記挿入溝中に打ち込まれたくさびを更に具備し、該くさびにより前記波長選択フィルタが挿入溝の壁面に押し付けられている請求項1記載の波長分割多重光デバイス。

【請求項6】 前記波長選択フィルタはくさび形状をしている請求項1記載の波長分割多重光デバイス。

【請求項7】 前記第1及び第2の幅広の溝は三角形状をしており、該第1及び第2の幅広の溝中に第1及び第2のくさびが外側から概略水平方向に挿入されて、前記波長選択フィルタを挿入溝の壁面に押し付けている請求項1記載の波長分割多重光デバイス。

【請求項8】 導波路基板と；前記導波路基板上に形成された、第1及び第2端面と第1及び第2側面とを有するクラッド層と；前記クラッド層中に埋設された第1光導波路と；一端が前記第1光導波路の中間部分に接続されて前記クラッド層中に埋設された第2光導波路と；前記第1及び第2光導波路の接続部分を横切るように前記導波路基板及び前記クラッド層中に第1側面から第2側面に渡り形成された挿入溝と；前記挿入溝の片側部分を含むように少なくとも前記クラッド層中に形成された、該クラッド層の第1及び第2側面の一方に開口する幅広の溝と；前記挿入溝中に挿入された波長選択フィルタと；を具備したことを特徴とする波長分割多重光デバイス。

【請求項9】 前記幅広の溝が、前記第1及び第2側面の前記一方に向かってその幅が徐々に広くなるように形

成されている請求項8記載の波長分割多重光デバイス。

【請求項10】 波長分割多重光デバイスの製造方法であって、

導波路基板上に第1クラッド層を形成し；前記第1クラッド層上に導波路層を形成し；前記導波路層をエッチングしてY分岐部を有する光導波路を形成し；前記光導波路を覆うように前記第1クラッド層上に第2クラッド層を形成し；前記第1及び第2クラッド層をエッチングして該第1及び第2クラッド層の両側面にそれぞれ開口する第1及び第2の幅広の溝を形成し；前記光導波路の前記Y分岐部を横切って前記第1及び第2の幅広の溝を通過する挿入溝を、前記第1及び第2クラッド層及び前記導波路基板中に形成し；前記挿入溝中に波長選択フィルタを挿入する；各ステップから成ることを特徴とする波長分割多重光デバイスの製造方法。

【請求項11】 前記挿入溝中にくさびを打ち込むステップを更に含む請求項10記載の波長分割多重光デバイスの製造方法。

【請求項12】 波長分割多重光デバイスの製造方法であって、

導波路基板上に第1クラッド層を形成し；前記第1クラッド層上に導波路層を形成し；前記導波路層をエッチングしてY分岐部を有する光導波路を形成し；前記光導波路を覆うように前記第1クラッド層上に第2クラッド層を形成し；前記導波路基板の両側面を切削して第1及び第2の切欠きを形成し；前記光導波路の前記Y分岐部を横切って前記第1の切欠きから第2の切欠きに渡る挿入溝を、前記第1及び第2クラッド層及び前記導波路基板中に形成し；前記挿入溝中に波長選択フィルタを挿入する；各ステップからなることを特徴とする波長分割多重光デバイスの製造方法。

【請求項13】 前記挿入溝中にくさびを打ち込むステップを更に具備した請求項12記載の波長分割多重光デバイスの製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は波長分割多重光デバイス及びその製造方法に関する。マルチメディア情報社会を構築するためには、光ファイバ伝送を用いた通信網の普及が不可欠である。このためには、光信号を電気信号に効率よく変換する受光モジュールを低コストで実現する必要がある。

【0002】更に、双方向通信及びサービス多重などの多岐に渡るサービスを提供するためには、光の波長独立性を生かして波長の異なる光を多重化して伝送する波長分割多重光通信が期待されている。そのためには、波長の異なる光信号を合波・分波する波長分割多重光デバイスが不可欠である。

【0003】

【従来の技術】従来の導波路型の波長分割多重光デバイ

スが特開昭63-33707号に記載されている。この従来技術では、シリコン基板上にY分岐部を有する光導波路を形成し、このY分岐部を横断する形で溝が形成されている。この溝中に誘電体多層膜フィルタを挿入して、導波路型波長分割多重光デバイスを構成している。

【0004】このタイプの波長分割多重光デバイスは小型且つ良好なアイソレーション特性を持っているため、他のマッハツェンダ型波長分割多重光デバイスやファイバ融着型光デバイスに比較して有利な形態である。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】ところが、上述した波長分割多重光デバイスの構造では、フィルタの溝中への挿入が困難であるという問題がある。即ち、25 μ m程度の幅の溝に15 μ m程度の厚さを有するフィルタ膜を挿入する必要があるため、挿入工程が困難である。

【0006】また、挿入損失の増加を抑えるためには、フィルタの垂直方向の傾き角度の誤差を0.5°程度以下に抑える必要がある。そのために、従来構造では、波長分割多重光デバイスを安定に制作するのが困難であるという問題があった。

【0007】よって本発明の目的は、フィルタの挿入工程が容易な波長分割多重光デバイスを提供することである。本発明の他の目的は、導波路に対して垂直にフィルタを挿入及び保持することが可能な構造を提供することにより、光の挿入損失の低減を図った波長分割多重光デバイスを提供することである。

【0008】

【課題を解決するための手段】本発明によると、導波路基板と、前記導波路基板上に形成された、第1及び第2端面と第1及び第2側面とを有するクラッド層と、前記クラッド層中に埋設された第1光導波路と、一端が前記第1光導波路の中間部分に接続されて前記クラッド層中に埋設された第2光導波路と、前記第1及び第2光導波路の接続部分を横切るように前記導波路基板及び前記クラッド層中に第1側面から第2側面に渡り形成された挿入溝と、前記挿入溝の両側部分を含むように少なくとも前記クラッド層中に形成された、該クラッド層の第1及び第2側面にそれぞれ開口する第1及び第2の幅広の溝と、前記挿入溝中に挿入された波長選択フィルタと、を具備したことを特徴とする波長分割多重光デバイスが提供される。

【0009】好ましくは、第1及び第2の幅広の溝は第1及び第2側面に向かってその幅が徐々に広くなるように形成されている。更に好ましくは、挿入溝中にくさびを打ち込み、波長選択フィルタを挿入溝を画成する壁面に押し付けるようにする。

【0010】本発明の他の側面によると、波長分割多重光デバイスの製造方法であって、導波路基板上に第1クラッド層を形成し、前記第1クラッド層上に導波路層を形成し、前記導波路層をエッチングしてY分岐部を有す

る光導波路を形成し、前記光導波路を覆うように前記第1クラッド層上に第2クラッド層を形成し、前記第1及び第2クラッド層をエッチングして該第1及び第2クラッド層の両側面にそれぞれ開口する第1及び第2の幅広の溝を形成し、前記光導波路の前記Y分岐部を横切って前記第1及び第2の幅広の溝を通過する挿入溝を前記第1及び第2クラッド層及び前記導波路基板中に形成し、前記挿入溝中に波長選択フィルタを挿入する、各ステップから成ることを特徴とする波長分割多重光デバイスの製造方法が提供される。

【0011】代替案として、第1及び第2の幅広の溝に代わって、導波路基板の両側面に切削により第1及び第2の幅広の切欠きを形成するようにしてもよい。

【0012】

【発明の実施の形態】図1は本発明第1実施形態の波長分割多重光デバイスの斜視図を示しており、図2はその平面図を示している。シリコン(Si)基板2上にSiO₂クラッド層4が形成されている。

【0013】このクラッド層4は、例えばCVD法によりSiO₂をSi基板2上に積層することにより形成される。クラッド層4は第1及び第2端面4a、4bと、第1及び第2側面4c、4dを有している。

【0014】クラッド層4中には第1光導波路6及び第2光導波路8が埋設されている。第1及び第2光導波路6、8は例えばTiO₂がドーブされたSiO₂から形成されている。第1光導波路6と第2光導波路8はY接続部10で互いに接続されている。

【0015】第1光導波路6はクラッド層4の第1端面4aに露出した第1端面6aと、第2端面4bに露出した第2端面6bを有している。第2光導波路8の端面8aはクラッド層4の第1端面4aに露出している。

【0016】クラッド層4にはクラッド層4の第1及び第2側面4c、4dにそれぞれ開口する第1及び第2の幅広の溝12、14が形成されている。これらの幅広の溝12、14は、例えば反応性イオンエッチングによりSiO₂クラッド層4を部分的に除去することにより形成される。

【0017】図2に最もよく示されているように、これらの幅広の溝12、14はクラッド層4の第1及び第2側面4c、4dに向かって徐々に広くなるように形成されている。

【0018】次いで、第1及び第2光導波路6、8のY接続部10を横切って、第1及び第2の幅広の溝12、14を通過する挿入溝16を、Si基板2及びSiO₂クラッド層4中にその両側面に渡り形成する。この挿入溝16は、例えばダイシングソーにより形成され、約25 μ mの幅を有している。

【0019】挿入溝16中は、誘電体多層膜フィルタ18が挿入されている。第1及び第2の幅広の溝12、14が内側に向かってその幅が徐々に狭くなっているた

10

20

30

40

50

め、誘電体多層膜フィルタ18を幅広の溝12又は14中に挿入して、徐々に導波路接続部がある中央部分にガイドしていくことにより、容易にフィルタ18の挿入溝16中への挿入が可能となる。

【0020】図3を参照すると、第1図の3-3線断面図が示されている。挿入溝16の幅は誘電体多層膜フィルタ18の厚さよりも一般的に広く形成されている。例えば、挿入溝16は約25 μm の幅を有しており、誘電体多層膜フィルタ18は約15 μm の厚さを有している。

【0021】そのため、基板18b上に誘電体膜18aを複数層積層して構成される誘電体多層膜フィルタ18を、挿入溝16中に挿入した状態では、フィルタ18が光導波路6、8に対して垂直な方向から傾く恐れがある。そこで、本実施形態では、くさび20を挿入溝16中に打ち込み、誘電体多層膜フィルタ18を挿入溝16を画成する壁面に押し付けるようにする。

【0022】これにより、誘電体多層膜フィルタ18は光導波路に対して実質上垂直関係で配置され、挿入損失の増加を抑制することができる。当然のことながら、くさび20は光導波路を伝搬する光に対して透明な物質、例えば合成樹脂等から形成される。

【0023】第1光導波路6の第1端面6aから入射した波長 λ_1 及び λ_2 の信号光のうち、波長 λ_2 の信号光は誘電体多層膜フィルタ18を透過し、第1光導波路6の第2端面6bから出射する。

【0024】一方、波長 λ_1 の信号光は、誘電体多層膜フィルタ18で反射されて第2光導波路8に結合し、第2光導波路8の端面8aから出射する。例えば、 $\lambda_1 = 1.55\mu\text{m}$ 、 $\lambda_2 = 1.3\mu\text{m}$ である。

【0025】上述した第1実施形態では、2つの幅広な溝12、14をクラッド層4の両側面4c、4dに開口するように形成しているが、フィルタ18の挿入溝16中への挿入を容易にするためには、どちらか一方の側面に幅広な溝を1つ形成するようにしてもよい。

【0026】次に、図4(A)～図4(D)を参照して、本発明第1実施形態の製造プロセスについて説明する。まず、図4(A)に示すように、 SiO_2 、クラッド層4に埋設された第1及び第2光導波路6、8はY接続部10で互いに接続されている。

【0027】この光導波路形成プロセスを図5(A)～図5(D)を参照して、詳細に説明する。まず、図5(A)に示すように、CVD法、スパッタリング法等により第1 SiO_2 、クラッド層3を形成する。

【0028】次に、図5(B)に示すように、第1 SiO_2 、クラッド層3上に導波路層5として TiO_2 をドーブした SiO_2 層をCVD法、スパッタリング法等により形成する。

【0029】そして、図5(C)に示すように、導波路

層5の不要部分をエッチングにより除去して第1及び第2光導波路6、8を形成する。最後に、図5(D)に示すように、第1及び第2光導波路6、8を覆うように、第2 SiO_2 、クラッド層7をCVD法、スパッタリング法等により形成する。

【0030】図4(B)を戻って参照すると、挿入溝16を形成する位置に対応する SiO_2 、クラッド層4の両側を反応性イオンエッチング等により部分的に除去して、外側に向かって徐々に広がる幅広な溝12、14を形成する。

【0031】次いで、図4(C)に示すように、フィルタを挿入する挿入溝16を導波路接続部分10を横切って幅広な溝12、14を通過するようにダイシングソー等により形成する。

【0032】最後に、図4(D)に示すように、幅広な溝12又は14を案内として、誘電体多層膜フィルタ18を挿入溝16中に挿入する。特に図示しないが、図4(D)のステップの後に、挿入溝16中にくさび20を打ち込むようにしてもよい。

【0033】図6(A)～図6(D)を参照すると、本発明第2実施形態の製造プロセスが示されている。本製造プロセスは、図6(B)に示す幅広な溝或いは切欠き形成ステップが図4(A)～図4(D)に示した第1実施形態の製造プロセスと相違する。他のステップは、第1実施形態の製造プロセスのステップと同様である。

【0034】即ち、本実施形態の製造プロセスでは、図6(B)に示すように光導波路の形成された導波路基板2を横に並べ、幅広な溝或いは切欠き14aをダイシングソーにより形成する。もう一方の切欠き12aも同様に形成する。

【0035】図7(A)を参照すると、幅広の溝の他の製造方法を示す平面図が示されている。図7(B)はその正面図である。本製造方法では、シリコン基板2にエッチングを施して、幅広なV溝12b、14bを形成する。

【0036】シリコン基板2の結晶方位を図7(A)に示すように設定することにより、 KOH を使用した異方性エッチングにより、シリコン基板2の(111)面をV溝12b、14b中に露出させることができる。

【0037】図8(A)～図8(C)はくさびの製造プロセスを示している。まず、図8(A)に示すように、切削或いはエッチングにより基板22上に型となる段差構造を形成し、その上にポリイミド溶液24を塗布する。

【0038】このポリイミド溶液24をキュアすると、図8(B)に示すようにポリイミド溶液24は収縮して固化し、くさび状のポリイミド樹脂24が連なった形が形成される。この樹脂24を図8(C)に示す線25に沿って切断することにより、図3に示したくさび20を得ることができる。

【0039】図9を参照すると、フィルター体型くさびアレイが示されている。図8(C)で形成した複数のくさびが連なった樹脂基板24の上に TiO_2/SiO_2 等の誘電体多層膜構造26を蒸着により形成し、フィルター体型くさびアレイを形成する。

【0040】これを個々のくさびに切断することにより、フィルター体型くさび28を得ることができ、図10に示すようにフィルター体型くさび28を挿入溝16中に挿入することにより、図3に示したのと同様な構造をフィルタ28のみで提供することが可能となる。

【0041】図11(A)～図11(C)は第4実施形態の製造プロセスを示している。本実施形態では、まず図11(A)に示すように、 SiO_2 クラッド層4をエッチングしてクラッド層4の両側に三角形の溝30、32を形成する。このとき、三角形の溝30、32の一边はクラッド層4の側面に垂直となるように形成する。

【0042】次いで、図11(B)に示すように、挿入溝34を三角形の溝30、32の一边に重なるように形成する。この構造にすることにより、挿入溝34の一边は連続的に繋がった構造となる。

【0043】この挿入溝34中に図11(C)に示すようにフィルタ18を挿入する。三角形の溝30、32が広い溝となっているので、フィルタ18の挿入が容易である。

【0044】更に、三角形の溝30、32中に外側から概略水平にくさび36、38を押し込むことにより、フィルタ18を連続する溝段差に押し付けることができ、フィルタ18を光導波路6、8に対して実質上垂直に保持することができる。

【0045】このようなくさび36、38の一例を図12に示す。即ち、 Si 基板40上に SiO_2 層42をCVD法等により形成し、 SiO_2 層42の不要部分をエッチングにより除去して、くさび44を形成する。図12に示した状態をひっくり返して、基板40を SiO_2 クラッド層4上でスライドさせることにより、くさび44を溝30中に押し込むことができる。

【0046】以上、様々な実施形態について本発明を説明したが、広い溝は図面に示した形状に限定されるものではなく、フィルタをガイドしやすい形状とすることができることはいうまでもない。

【0047】また、導波路基板もシリコン基板に限定されるものではなく、ガラス基板等の他の基板も採用可能であり、光導波路もポリマー導波路等の他の材料から形成された導波路であってもよい。

【0048】

【発明の効果】本発明によれば、フィルタの挿入工程の容易化を図った波長分割多重光デバイスを提供することができる。また、挿入溝中にくさびを打ち込むことにより、フィルタを光導波路に対して実質上垂直に保つことができ、光の挿入損失の低減を図ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明第1実施形態の斜視図である。

【図2】第1実施形態の平面図である。

【図3】図1の3-3線断面図である。

【図4】図4(A)～図4(D)は本発明第1実施形態の製造プロセスを示す図である。

【図5】図5(A)～図5(D)は光導波路の形成プロセスを示す図である。

【図6】図6(A)～図6(D)は本発明第2実施形態の製造プロセスを示す図である。

【図7】図7(A)は幅広の溝の他の製造方法を示す平面図であり、図7(B)はその正面図である。

【図8】図8(A)～図8(C)はくさびの製造プロセスを示す図である。

【図9】フィルター体型くさびアレイを示す図である。

【図10】本発明第3実施形態の断面図である。

【図11】図11(A)～図11(C)は本発明第4実施形態の製造プロセスを示す図である。

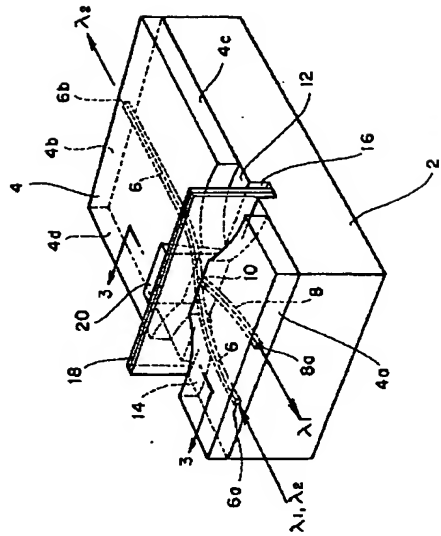
【図12】第4実施形態に使用可能なくさびの斜視図である。

【符号の説明】

- 2 導波路基板
- 4 SiO_2 クラッド層
- 6 第1光導波路
- 8 第2光導波路
- 10 Y接続部
- 12, 14 幅広の溝
- 16 挿入溝
- 18 誘電体多層膜フィルタ
- 20 くさび

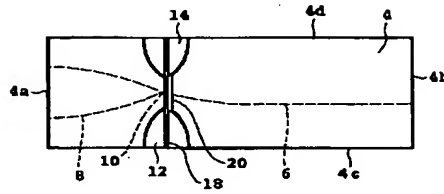
【図1】

第1実施形態斜視図



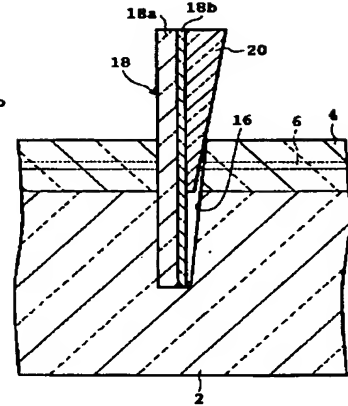
【図2】

第1実施形態平面図



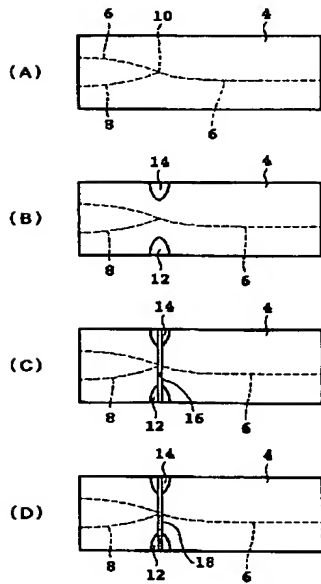
【図3】

図1の3-3 断面図



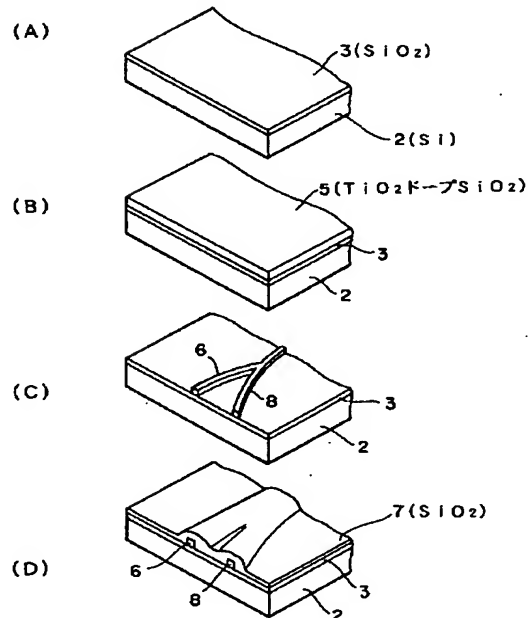
【図4】

第1実施形態の製造プロセスを示す図



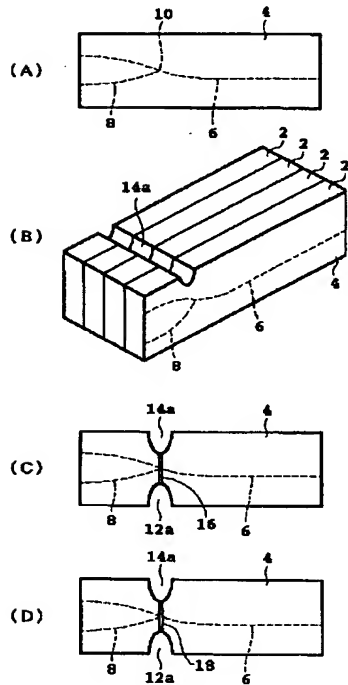
【図5】

光導波路形成プロセス



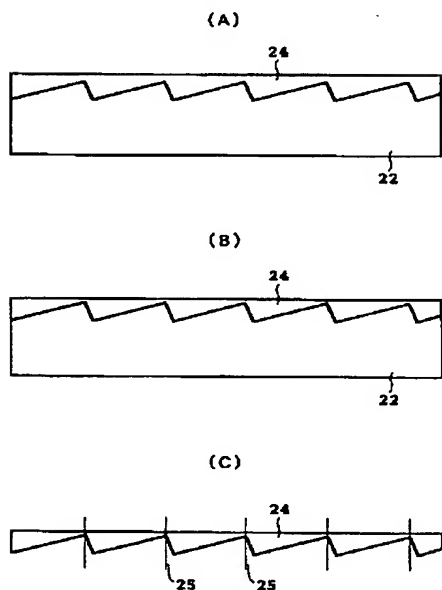
【図6】

第2実施形態の製造プロセスを示す図



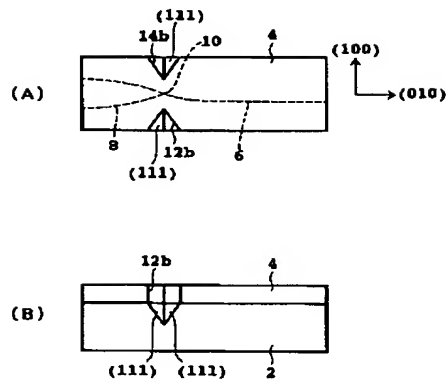
【図8】

くさびの製造プロセスを示す図



【図7】

幅広の溝の製造方法を示す図



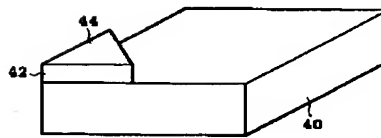
【図9】

フィルター体にくさびを示す図



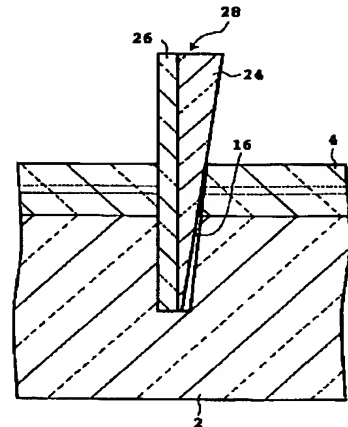
【図12】

くさびの斜視図



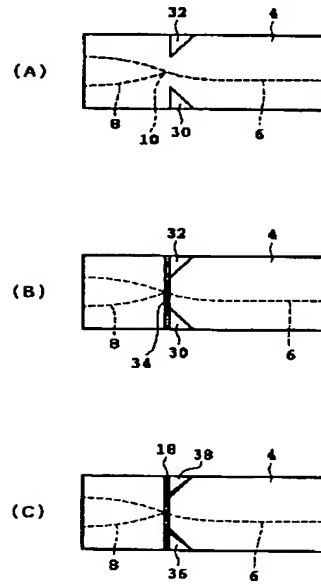
【図10】

第3実施形態断面図



【図11】

第4実施形態の製造プロセスを示す図



フロントページの続き

(72)発明者 山崎 洋介
 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番
 1号 富士通株式会社内

(72)発明者 田淵 晴彦
 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番
 1号 富士通株式会社内